

FACE PARTS EXTRACTION DEVICE AND FACE DIRECTION DETECTION DEVICE

Patent Number: JP10307923
Publication date: 1998-11-17
Inventor(s): SEKI MAKIHITO; SHITAYA MITSUO; NISHIDA MINORU; SATAKE TOSHIHIDE
Applicant(s): MITSUBISHI ELECTRIC CORP
Requested Patent: JP10307923
Application Number: JP19970114010 19970501
Priority Number(s):
IPC Classification: G06T7/60; G06T1/00
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To reflect the positional relation of face parts and the size features of face parts on the projection data and to stably extract the face parts by extracting a pair of face parts from a face image as candidates, extracting other face parts as candidates based on the projection data produced according to the positions of the paired face parts for each candidate, and specifying a face parts based on the two candidates.
SOLUTION: A CCD camera 10 fetches a gray face image and stores it in an image memory 20. A naris extraction circuit 21 extracts two nares from the face image stored in the memory 20 via the image processing. A projection circuit 22 decides a projection method based on the positions of both nares extracted by the circuit 21 and projects the pixels of the face image stored in the memory 20 to produce the projection data. An eye extraction circuit 23 extracts two eyes based on the projection data produced by the circuit 22 and both naris positions extracted by the circuit 21.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-307923

(43) 公開日 平成10年(1998)11月17日

(51) Int.Cl.⁶

G 0 6 T 7/60
1/00

識別記号

F I

G 0 6 F 15/70
15/62

3 5 0 H
3 8 0

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願平9-114010

(22) 出願日 平成9年(1997)5月1日

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 関 真規人
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

(72) 発明者 下谷 光生
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

(72) 発明者 西田 稔
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

(74) 代理人 弁理士 曾我 道照 (外6名)

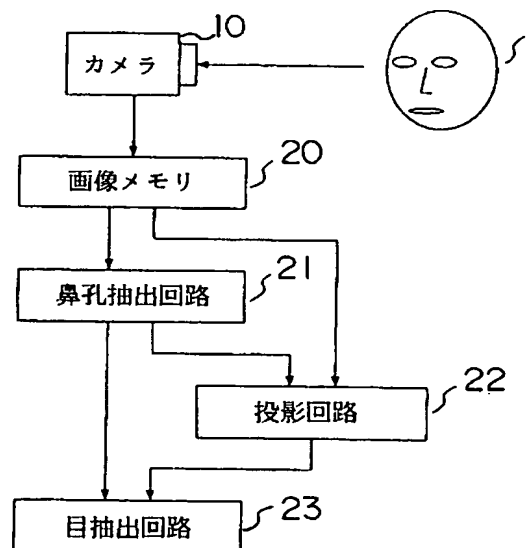
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 顔部品抽出装置および顔の向き検出装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 検出対象者が顔を傾けている場合も、そうでない場合も、顔部品を精度よく抽出する。

【解決手段】 カメラ10より入力した顔画像より顔部品、例えば鼻孔対を抽出する鼻孔抽出回路21、及び鼻孔対の位置に応じて画素の投影方法を決めて画素を投影し、投影データを作成する投影回路22を備え、投影データに基づいて他の顔部品、例えば2つの目を画像より抽出する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 顔を撮影する撮影手段と、

上記撮影手段から出力される画像信号をもとに顔画像を一時記憶する画像記憶手段と、

上記画像記憶手段に記憶された顔画像より1対の顔部品を1組または複数組の候補として抽出する第1の特徴抽出手段と、

上記候補ごとに、1対の顔部品の位置に応じて画素の投影方法を決めて画素を投影し、投影データを作成する投影手段と、

上記候補ごとに、1対の顔部品の位置と上記作成した投影データに基づいて他の顔部品を1つまたは複数の候補として抽出する第2の特徴抽出手段と、

上記第1および第2の特徴抽出手段で抽出した候補から顔部品を特定する候補特定手段とを備えたことを特徴とする顔部品抽出装置。

【請求項2】 上記投影手段は、上記第1の特徴抽出手段で抽出した1対の顔部品の中心どうしを結ぶ方向に、画素を投影することを特徴とする請求項1に記載の顔部品抽出装置。

【請求項3】 上記投影手段は、上記第1の特徴抽出手段で抽出した1対の顔部品の中心どうしを結ぶ方向に対して垂直方向に、画素を投影することを特徴とする請求項1に記載の顔部品抽出装置。

【請求項4】 上記投影手段は、上記第1の特徴抽出手段で抽出した1対の顔部品の位置に応じて顔画像上に所定領域を設定し、所定領域内の画素だけを投影することを特徴とする請求項1から3のいずれかにか記載の顔部品抽出装置。

【請求項5】 上記第1および第2の特徴抽出手段の抽出結果に基づいて、顔の状態に関する特徴量を算出する顔特徴量算出手段を備え、上記候補特定手段は、上記顔特徴量算出手段の算出結果に応じて、上記顔部品の候補を特定することを特徴とする請求項1から4のいずれかに記載の顔部品抽出装置。

【請求項6】 上記顔特徴量算出手段は、上記第1および第2の特徴抽出手段で抽出した顔部品の候補の組み合わせごとに、顔部品の画像上の絶対位置を用いて、撮影手段に対する顔の向きを算出し、上記候補特定手段は、上記顔の向きの算出結果に応じて、上記顔部品の候補を特定することを特徴とする請求項5に記載の顔部品抽出装置。

【請求項7】 上記顔特徴量算出手段は、上記第1および第2の特徴抽出手段で抽出した顔部品の候補の組み合わせごとに、顔部品の画像上の絶対位置を用いて、顔部品の撮影手段に対する三次元相対位置を算出し、上記候補特定手段は、上記三次元相対位置の算出結果に応じて、上記顔部品の候補を特定することを特徴とする請求項5に記載の顔部品抽出装置。

【請求項8】 上記候補特定手段において上記第1およ

び第2の特徴抽出手段で抽出した顔部品の候補から顔部品を特定することができなかった場合には、上記候補特定手段は、上記第1および第2の特徴抽出手段に対して、再度顔部品候補を抽出し直すように指示することを特徴とする請求項1から7のいずれかに記載の顔部品抽出装置。

【請求項9】 上記第1の特徴抽出手段は、上記1対の顔部品として2つの鼻孔、2つの目、2つの瞳孔、または2つの眉を抽出することを特徴とする請求項1から8のいずれかに記載の顔部品抽出装置。

【請求項10】 上記第1の特徴抽出手段は、頭髮、または、顔輪郭に応じて所定領域を設定し、所定領域内より上記1対の顔部品を抽出することを特徴とする請求項1から9のいずれかに記載の顔部品抽出装置。

【請求項11】 上記顔画像を補正する画像補正手段と、

上記顔画像よりエッジ画像を生成するエッジ検出手段とを備え、上記第1および第2の特徴抽出手段および投影手段は、補正後の顔画像またはエッジ画像より顔部品の抽出および画素の投影を行うとともに、上記画像補正手段は、上記候補特定手段が過去に特定した顔部品近傍のエッジ画像内に所定領域を設定し、所定領域内の画素の濃度値の平均値または分散値の時系列データに応じて補正方法を変更し、画像を補正することを特徴とする請求項1から10のいずれかに記載の顔部品抽出装置。

【請求項12】 上記顔画像を補正する画像補正手段と、顔画像より二値画像を生成する二値化処理手段とを備え、上記第1および第2の特徴抽出手段および投影手段は、補正後の顔画像または二値画像より顔部品の抽出および画素の投影を行うとともに、上記画像補正手段は、上記候補特定手段が過去に特定した顔部品近傍の二値画像内に所定領域を設定し、所定領域内の白画素領域または黒画素領域の大きさ、形状、数、相対位置に応じて、補正方法を変更し、画像を補正することを特徴とする請求項1から10のいずれかに記載の顔部品抽出装置。

【請求項13】 上記画像補正手段は、上記撮影手段のゲイン制御により画像を補正することを特徴とする請求項1または12に記載の顔部品抽出装置。

【請求項14】 上記画像補正手段は、上記画像の濃度値を補正することを特徴とする請求項1または12に記載の顔部品抽出装置。

【請求項15】 顔を撮影する撮影手段と、上記撮影手段から出力される画像信号をもとに顔画像を一時記憶する画像記憶手段と、

上記画像記憶手段に記憶された顔画像より1対の顔部品を1組または複数組の候補として抽出する第1の特徴抽出手段と、

上記候補ごとに1対の顔部品の位置に応じて画素の投影方法を決めて画素を投影し、投影データを作成する投影

手段と、
上記候補ごとに、1対の顔部品の位置と作成した投影データに基づいて他の顔部品を1つまたは複数の候補として抽出する第2の特徴抽出手段と、
上記第1および第2の特徴抽出手段で抽出した候補から顔部品を特定する候補特定手段と、
上記候補特定手段で特定した顔部品の画像上の絶対位置を用いて、上記撮影手段に対する顔の向きを算出する顔の向き算出手段とを備えたことを特徴とする顔の向き検出装置。

【請求項16】 上記候補特定手段において顔部品が特定できなかったときには、顔の向き算出手段は、過去に特定された顔部品の位置および顔の向きの時系列データに基づいて顔の向きを決定することを特徴とする請求項15に記載の顔の向き検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、人物の顔面の特徴、例えば、目、眉、鼻孔、口などの顔部品を抽出する顔部品抽出装置と、抽出した顔部品を用いて顔の向きを検出する顔の向き検出装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】図18は、例えば、特開平6-129834号公報や特開平7-271964号公報などに示されている従来の顔部品抽出装置の構成を示すブロック図である。図18において、1は検出対象者の顔、10は検出対象者の顔1を撮影するCCDカメラ、20はCCDカメラ10から出力される画像信号を一時記憶する画像メモリ、11は顔画像の画素を投影し、投影データを作成する投影回路、12は投影回路11で作成した投影データに応じて顔部品を抽出する顔部品抽出回路である。

【0003】以下、図19のフローチャートを用いて、従来の顔部品抽出装置の動作を説明する。まず、S2においてCCDカメラ10で検出対象者の顔1の顔画像を取り込み、画像メモリ20に記憶する。次に、S3において顔画像の水平方向に、画素を投影し、投影回路11で投影データを作成する。

【0004】具体的には、画素の濃度値を加算したり、ある閾値以上（以下）の濃度値を持つ画素の個数を数えたりする。例として、ある閾値以下の濃度値をもつ黒画素を数えた例を図20に示す。次に、S4において、投影データに基づき、目などの顔部品を抽出する。図20の例では、投影データの上から1番目の山を眉、2番目の山を目、3番目の山を鼻孔、4番目の山を口とみなしている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】従来の顔部品抽出装置は以上のように構成されていたので、検出対象者が顔を傾けていない場合には、図20のように、投影データに

眉、目、鼻孔、口が分離した山として現れ、顔部品を容易に抽出することができた。しかし、検出対象者が顔を傾けている場合や横を向いた場合には、特に眉や目が、図21のように分離した山として現れず、それらを分けて抽出することができなかった。

【0006】本発明は、上記のような問題点を解消するためになされたもので、検出対象者が顔を傾けている場合もそうでない場合も、目などの顔部品を精度よく抽出できる顔部品抽出装置と、抽出した顔部品に基づいて顔の向きを検出する顔の向き検出装置を得ることを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】この発明の請求項1に係る顔部品抽出装置は、顔を撮影する撮影手段と、この撮影手段から出力される画像信号をもとに顔画像を一時記憶する画像記憶手段と、この画像記憶手段に記憶された顔画像より1対の顔部品を1組または複数組の候補として抽出する第1の特徴抽出手段と、上記候補ごとに、1対の顔部品の位置に応じて画素の投影方法を決め、画素を投影し、投影データを作成する投影手段と、上記候補ごとに、1対の顔部品の位置と作成した投影データに基づいて他の顔部品を1つまたは複数の候補として抽出する第2の特徴抽出手段と、上記第1および第2の特徴抽出手段で抽出した候補から顔部品を特定する候補特定手段とを備えたものである。

【0008】また、この発明の請求項2に係る顔部品抽出装置は、上記投影手段が、上記第1の特徴抽出手段で抽出した1対の顔部品の中心どうしを結ぶ方向に、画素を投影するものである。また、この発明の請求項3に係る顔部品抽出装置は、上記投影手段が、上記第1の特徴抽出手段で抽出した1対の顔部品の中心どうしを結ぶ方向に対して垂直方向に、画素を投影するものである。

【0009】また、この発明の請求項4に係る顔部品抽出装置は、上記投影手段が、上記第1の特徴抽出手段で抽出した1対の顔部品の位置に応じて顔画像上に所定領域を設定し、所定領域内の画素だけを投影するものである。

【0010】また、この発明の請求項5に係る顔部品抽出装置は、上記第1および第2の特徴抽出手段の抽出結果に基づいて、顔の状態に関する特徴量を算出する顔特徴量算出手段を備え、上記候補特定手段が、上記顔特徴量算出手段の算出結果に応じて、上記顔部品の候補を特定することを特徴とするものである。

【0011】また、この発明の請求項6に係る顔部品抽出装置は、上記顔特徴量算出手段が、上記第1および第2の特徴抽出手段で抽出した顔部品の候補の組み合わせごとに、顔部品の画像上の絶対位置を用いて、撮影手段に対する顔の向きを算出し、上記候補特定手段が、上記顔の向きの算出結果に応じて、上記顔部品の候補を特定するものである。

【0012】また、この発明の請求項7に係る顔部品抽出装置は、上記顔特徴量算出手段が、上記第1および第2の特徴抽出手段で抽出した顔部品の候補の組み合わせごとに、顔部品の画像上の絶対位置を用いて、顔部品の撮影手段に対する三次元相対位置を算出し、上記候補特定手段が、上記三次元相対位置の算出結果に応じて、上記顔部品の候補を特定するものである。

【0013】また、この発明の請求項8に係る顔部品抽出装置は、上記候補特定手段において、上記第1および第2の特徴抽出手段で抽出した顔部品の候補から顔部品を特定することができなかった場合には、上記候補特定手段が、上記第1および第2の特徴抽出手段に対して、再度顔部品候補を抽出し直すように指示するものである。

【0014】また、この発明の請求項9に係る顔部品抽出装置は、上記第1の特徴抽出手段が、上記1対の顔部品として2つの鼻孔、2つの目、2つの瞳孔、または2つの眉を抽出するものである。

【0015】また、この発明の請求項10に係る顔部品抽出装置は、上記第1の特徴抽出手段が、頭髮、または、顔輪郭に応じて所定領域を設定し、所定領域内より上記1対の顔部品を抽出するものである。

【0016】また、この発明の請求項11に係る顔部品抽出装置は、上記顔画像を補正する画像補正手段と、顔画像よりエッジ画像を生成するエッジ検出手段と、を備え、上記第1および第2の特徴抽出手段および投影手段が、補正後の顔画像またはエッジ画像より顔部品の抽出および画素の投影を行うとともに、上記画像補正手段が、上記候補特定手段が過去に特定した顔部品近傍のエッジ画像内に所定領域を設定し、所定領域内の画素の濃度値の平均値または分散値の時系列データに応じて補正方法を変更し、画像を補正するものである。

【0017】また、この発明の請求項12に係る顔部品抽出装置は、上記顔画像を補正する画像補正手段と、顔画像より二値画像を生成する二値化処理手段と、を備え、上記第1および第2の特徴抽出手段および投影手段が、補正後の顔画像または二値画像より顔部品の抽出および画素の投影を行うとともに、上記画像補正手段が、上記候補特定手段が過去に特定した顔部品近傍の二値画像内に所定領域を設定し、所定領域内の白画素領域または黒画素領域の大きさ、形状、数、相対位置に応じて、補正方法を変更し、画像を補正するものである。

【0018】また、この発明の請求項13に係る顔部品抽出装置は、上記画像補正手段が、上記撮影手段のゲイン制御により画像を補正するものである。

【0019】また、この発明の請求項14に係る顔部品抽出装置は、上記画像補正手段が、上記画像の濃度値を補正するものである。

【0020】また、この発明の請求項15に係る顔の向き検出装置は、顔を撮影する撮影手段と、この撮影手段

から出力される画像信号をもとに顔画像を一時記憶する画像記憶手段と、この画像記憶手段に記憶された顔画像より1対の顔部品を1組または複数組の候補として抽出する第1の特徴抽出手段と、上記候補ごとに、1対の顔部品の位置に応じて画素の投影方法を決め、画素を投影し、投影データを作成する投影手段と、上記候補ごとに、1対の顔部品の位置と作成した投影データに基づいて他の顔部品を1つまたは複数の候補として抽出する第2の特徴抽出手段と、上記第1および第2の特徴抽出手段で抽出した候補から顔部品を特定する候補特定手段と、上記候補特定手段で特定した顔部品の画像上の絶対位置を用いて、撮影手段に対する顔の向きを算出する顔の向き算出手段とを備えたものである。

【0021】また、この発明の請求項16に係る顔の向き検出装置は、上記候補特定手段において顔部品が特定できなかったときには、顔の向き算出手段は、過去に特定された顔部品の位置および顔の向きの時系列データに基づいて顔の向きを決定するものである。

【0022】

【発明の実施の形態】

実施の形態1. 図1は、この発明の実施の形態1における顔部品抽出装置の構成を示すブロック図である。図1において、1は検出対象者の顔、10は検出対象者の顔1を撮影する撮像手段としてのCCDカメラ、20はCCDカメラ10から出力される画像信号を一時記憶する画像メモリ、21は画像メモリ20に記憶された顔画像から画像処理により2つの鼻孔を抽出する第1の特徴抽出手段としての鼻孔抽出回路、22は鼻孔抽出回路21で抽出した2つの鼻孔の位置に応じて、画素の投影方法を決め、画像メモリ20に記憶された顔画像の画素を投影し、投影データを作成する投影手段としての投影回路、23は投影回路22で作成した投影データと鼻孔抽出回路21で抽出した2つの鼻孔の位置に応じて、2つの目を抽出する第2の特徴抽出手段としての目抽出回路である。なお、以下では、2つの鼻孔を鼻孔対と呼ぶことにする。

【0023】図2は、この発明の実施の形態1における顔部品抽出装置の処理を示すフローチャートである。まず、S11においてCCDカメラ10で濃淡顔画像を取り込み、画像メモリ20に記憶する。次に、鼻孔抽出回路21は、S12で顔画像から画像処理により鼻孔対を抽出する。

【0024】鼻孔対の抽出は、例えば、顔画像を二値化処理したときの各黒（白）画素領域の形状、密度、相対位置に基づいて行う。形状は、各黒画素領域を外接する四角形がほぼ正方形であることを条件とする。また、密度は、外接四角形の面積に対する黒画素領域の面積がある閾値以上であることを条件とする。相対位置に関しては、黒画素領域が互いに近接していることを条件とする。

【0025】次に、S13において鼻孔対の抽出結果を判定し、鼻孔対が抽出できた場合には、投影回路22は、S14において鼻孔抽出回路21より鼻孔対の位置データを受取り、画素の投影方向を設定する。ここでは、図3に示すように、鼻孔の中心どうしを結ぶ方向を投影方向とする。また、投影回路22は、同時に、鼻孔の中心どうしを結ぶ方向に対して垂直な方向にも、画素の投影を行うように設定する。

【0026】さらに、投影回路22は、S15において、投影する画素を限定するために、鼻孔対の位置データに応じて顔画像上に所定の領域を設定する。S16では、投影回路22は、投影方法に基づいて、所定領域内の画素だけを投影し、投影データを作成する。

【0027】例えば、鼻孔対の位置データが(X1, Y*
b = [(X2 - X1) × y - (Y2 - Y1) × x] …… (1)

ただし、[] はガウス記号とする。

【0030】次に、S17において、目抽出回路23は、投影データと鼻孔対の位置をもとに、目を抽出する。目の抽出は、投影データを記憶している一次元配列を調べ、ある閾値以上の値をもつ要素の範囲を目として抽出する(図5参照)。ただし、抽出した2つの目と鼻孔対(中心)が鋭角三角形を構成し、また、鼻孔を結ぶ方向と両目を結ぶ方向がほぼ並行となることが条件である。なお、S13において鼻孔対が抽出できなかった場合は、すぐに終了する。

【0031】以上のように、この実施の形態1では、鼻孔対の位置をもとに投影方向を変えて設定するので、例えば、顔が傾いていても、目領域を構成する画素からの投影が分散することなく、投影データに正しく反映され、安定した目の抽出が行える。また、鼻孔対の位置をもとに所定領域を設定し、投影する画素を限定するため、他の顔部品の影響が低減し、安定した目の抽出が行える。

【0032】なお、この実施の形態1では、まず鼻孔対を抽出しているが、鼻孔にこだわるものではなく、最終的に抽出する顔部品によっては、鼻孔の代わりに左右1対となった顔部品である2つの目、または2つの瞳孔、または2つの眉を抽出してもよい。また、鼻孔と口(唇)という組合せでもよい。また、逆に、最終的に抽出する目の代わりに、瞳孔、眉、口、髪、眼鏡レンズ、眼鏡フレームを抽出してもよい。

【0033】また、この実施の形態1では、(1)式を用いて画素の投影を行っているが、これにこだわるものではなく、ハフ変換の公式等を用いてもよい。また、この実施の形態1では、鼻孔対の位置に応じて投影方向を変更するが、これにこだわるものではなく、鼻孔対の位置に応じて画像自体を回転し、回転後の画像における画素を特定の方向、例えば、水平方向、垂直方向に投影してもよい。

【0034】また、この実施の形態1では、投影データの作成方法として、ある閾値以上(以下)の濃度値をも

*1) および(X2, Y2)であるときには、以下のように画素を投影する(図4参照)。ただし、以下に説明するのは、鼻孔の中心どうしを結ぶ方向への投影方法であり、鼻孔の中心どうしを結ぶ方向に対して垂直な方向への投影方法については、同様であるので省略する。

【0028】まず、投影データを蓄積する一次元配列p[0]~p[500]を用意し、初期値として0を与える。配列の数500は、投影範囲に応じて決めればよく、これにこだわるものではない。次に、所定領域内の全ての画素について濃度値を調べ、画素(x, y)の濃度値が、ある閾値(例えば100)以下であれば、下式(1)を満足する一次元配列の要素b、つまり、p[b]の値に1を加算することにより行う。

【0029】

$$b = [(X2 - X1) \times y - (Y2 - Y1) \times x] \dots\dots (1)$$

つ画素の個数を数えているが、これにこだわるものではなく、投影先の一次元配列の値に画素の濃度値を加算するものであってもよい。

【0035】実施の形態2. 図6は、この発明の実施の形態2における顔部品抽出装置の構成を示すブロック図である。図6において、24は画像メモリ20に記憶された顔画像から画像処理により鼻孔対の候補を1組または複数組抽出する第1の特徴抽出手段としての鼻孔候補抽出回路、25は鼻孔候補抽出回路24で抽出した各鼻孔対の候補ごとに、それらの位置に応じて画素の投影方法を決め、画像メモリ20に記憶された顔画像の画素を投影し、投影データを作成する投影手段としての投影回路、26は投影回路25で作成した投影データと鼻孔候補抽出回路24で抽出した鼻孔対候補の位置に応じて、各組の鼻孔対候補ごとに目候補を抽出する第2の特徴抽出手段としての目候補抽出回路、27は鼻孔候補抽出回路24で抽出した鼻孔対候補と目候補抽出回路26で抽出した目候補の画像上の絶対位置を用いて、鼻孔対候補および目候補のカメラに対する三次元相対位置を算出する顔特徴量算出手段としての三次元位置算出回路、28は三次元位置算出回路27の算出結果をもとに複数組の鼻孔対候補と目候補から1組の鼻孔対と目を特定する候補特定手段としての目・鼻孔特定回路である。その他は、実施の形態1と同様の働きをする。

【0036】図7は、この発明の実施の形態2における顔部品抽出装置の処理を示すフローチャートである。以下、この装置の動作に関して、図7のフローチャートを用いて説明する。まず、S11においてCCDカメラ10で濃淡顔画像を取り込み、画像メモリに記憶する。次に、鼻孔候補抽出回路24は、S21で顔画像から画像処理により鼻孔対の候補を1組または複数組抽出する。抽出の方法は、実施の形態1と同様である。

【0037】次に、S22において鼻孔対候補の抽出結果を判定し、少なくとも1組の鼻孔対候補がある場合には、S24で1組ずつ選択して、各候補ごとにS25か

らS29までの処理を行う。

【0038】まず、投影回路25は、S25において鼻孔候補抽出回路24より鼻孔対候補の位置データを受取り、画素の投影方向を設定する。さらに、投影回路25は、S26において、投影する画素を限定するために、鼻孔対候補の位置データに応じて顔画像上に所定の領域を設定する。S27では、投影回路25は、投影方法に基づいて、所定領域内の画素だけを投影し、投影データを作成する。

【0039】そして、S28において、目候補抽出回路26は、投影データと鼻孔対候補の位置をもとに、目候補を抽出する。S29では、三次元位置算出回路27によって、抽出した目候補と鼻孔対候補の画像上の絶対位置より、目候補と鼻孔対候補のカメラに対する三次元相対位置を算出する。なお、投影方向や投影範囲の設定方法、投影データの作成方法、目候補の抽出方法は実施の形態1と同様である。

【0040】また、三次元相対位置の算出方法としては、例えば、電子情報通信学会論文誌D-11 (Vol. J72-D-11, No. 9, pp. 1441-1447) の「単眼視画像による顔の向き検出法の指示入力への応用」などに述べられている方法を用いればよい。上記文献の方法を以下に簡単に説明する。上記文献では、図8に示すように、カメラのレンズの中心を原点とする三次元の(X, Y, Z)座標系を用いており、Z軸はカメラの光軸に等しく、レンズから二次元画像平面(CCD面)までの焦点距離を既知情報fとしている。

【0041】また、画像平面はXY平面に平行である。このとき、三次元空間における特徴点はカメラレンズの中心に対して中心投影されていると仮定できるので、逆に、画像上の目候補、鼻孔対候補の絶対位置、すなわち座標値Q1, Q2, Q3より、三次元空間中の位置P1, P2, P3への三次元方向u1, u2, u3 (尚、電子出願の書式の制約上、u1, u2, u3上の各ベクトル記号→は省略する) が分かる。また、P1, P2, P3の各特徴点間の三次元のユークリッド距離を既知情報として与えてやれば、三次元空間中の位置、すなわちカメラに対する三次元相対位置P1, P2, P3を算出することができる。

【0042】最後に、S30において、目・鼻孔特定回路28が、各々の候補の組に対する三次元相対位置の算出結果をもとに、複数の候補から目と鼻孔を特定する。具体的には、基準とする一般的な三次元の顔モデルを用意しておき、相関の最も高いものを選択することにより、目と鼻孔を特定する。なお、S22において鼻孔対の候補が抽出できなかった場合は、すぐに終了する。

【0043】以上のように、この実施の形態2では、実施の形態1の効果に加え、最初に鼻孔対を1組に絞り込まないので、鼻孔対と目の未抽出や誤抽出が少ない。また、目候補と鼻孔候補の三次元相対位置を評価して目と

鼻孔を特定(抽出)するので、抽出精度が非常によい。

【0044】なお、この実施の形態2では、1枚の静止画像を入力とした場合について述べているが、それにこだわるものではなく、時系列顔画像を入力とした場合には、S30において、過去の目および鼻孔の三次元相対位置、あるいは過去からの三次元の動きも考慮して特定してもよい。例えば、過去の三次元相対位置からの総変移の最も小さい組を選択する。

【0045】また、この実施の形態2では、三次元相対位置を算出して候補を特定しているが、三次元相対位置にこだわるものではなく、目候補と鼻孔候補の画像上の絶対位置を用いて、カメラに対する顔の向きを算出し、候補を特定してもよい。また、三次元相対位置を算出しないで、単に、画像上の二次元相対位置を算出し、候補を特定してもよい。

【0046】また、この実施の形態2では、S30で目・鼻孔特定回路28が目と鼻孔を特定した後、終了することになっているが、もし、候補から目と鼻孔を特定することができなかった場合は、S21に戻るようにして、再度鼻孔と目の候補を抽出し直すようにしてもよい。

【0047】実施の形態3. 図9は、この発明の実施の形態3における顔部品抽出装置の構成を示すブロック図である。図9において、29は20に記憶された顔画像から画像処理により顔の輪郭を抽出する顔輪郭抽出回路である。その他は、実施の形態1や実施の形態2と同様の働きをする。

【0048】図10は、この発明の実施の形態3における顔部品抽出装置の処理を示すフローチャートである。以下、この装置の動作に関して、図10のフローチャートを用いて説明する。まず、S11においてCCDカメラ10で濃淡顔画像を取り込み、画像メモリ20に記憶する。次に、顔輪郭抽出回路29は、S31で顔画像から画像処理により顔の輪郭を抽出する。顔の輪郭の抽出は、例えば、顔画像に対し、微分フィルタを施してエッジを検出したときのエッジの状態に基づいて行う。

【0049】次に、S32において、鼻孔候補抽出回路24は、S31で抽出した顔輪郭をもとに、顔画像上に所定の領域を設定する。例えば、図11に示すように、顔輪郭の左右端点より所定画素数だけ内側の点、および上下端点より所定画素数だけ内側の点を通る長方形を所定領域として設定する。この所定画素数は、例えば、左右端点より10画素、上下端点より50画素とする。あるいは、例えば、左右端点間の幅の10%、上下端点間の幅の30%に相当する画素数とする。S33では、鼻孔候補抽出回路24は、所定領域内より鼻孔対の候補を1組または複数組抽出する。それ以降の処理は、実施の形態1や実施の形態2と同様である。

【0050】以上のように、この実施の形態3では、実施の形態1や実施の形態2の効果に加え、顔の輪郭とい

う大域的な情報をもとに鼻孔対候補を抽出するので、信頼性の高い鼻孔対候補だけが抽出されるようになり、さらに誤抽出が少なくなる。なお、この実施の形態3では、顔の輪郭をもとに鼻孔対候補を抽出しているが、顔の輪郭にこだわるものではなく、頭髮などの大域的な情報を用いて鼻孔対の候補を抽出してもよい。

【0051】実施の形態4. 図12は、この発明の実施の形態4における顔部品抽出装置の構成を示すブロック図である。図12において、30はCCDカメラ10から出力される顔画像よりエッジ画像を生成するエッジ検出手段としてのエッジ検出回路、31はCCDカメラ10のゲインパラメータを制御することにより画像を補正する画像補正手段としての画像補正回路31であり、エッジ検出回路30から出力されるエッジ画像は、画像メモリ20に一時記憶され、鼻孔対候補の抽出や投影データ作成に用いられる。その他は、実施の形態1から3と同様の働きをする。

【0052】図13は、この発明の実施の形態4における顔部品抽出装置の処理を示すフローチャートである。以下、この装置の動作に関して、図13のフローチャートを用いて説明する。まず、S11においてCCDカメラ10で濃淡顔画像を取り込み、S41で、エッジ検出回路30は微分フィルタを施してエッジ画像を生成し、画像メモリ20に記憶する。これより以下、S30で目・鼻孔を特定するまでは、実施の形態1から3と同様である。

【0053】次に、S42で、画像補正回路31は、S30で抽出した目および鼻孔の位置に応じてエッジ画像に所定領域を設定する。そして、S43において、所定領域内の画素の濃度値の平均値または分散値に応じてCCDカメラ20のゲインパラメータを変更する。具体的には、目および鼻孔のエッジが際だつようにパラメータを変更する。以上S11からS43までの処理を、時系列画像に対して繰り返し行う。

【0054】以上のように、この実施の形態4では、実施の形態1から3の効果に加え、CCDカメラ10のゲインパラメータを制御し、目および鼻孔のエッジが際だつように画像のコントラストを最適化するため、目候補および鼻孔候補の抽出が容易となる。その結果、信頼性の高い鼻孔対候補だけが抽出されるようになり、さらに誤抽出が少なくなる。なお、この実施の形態4では、エッジ画像を用いて鼻孔対候補の抽出や投影データを作成しているが、エッジ画像にこだわるものではなく、濃淡顔画像でもよい。

【0055】実施の形態5. 図14は、この発明の実施の形態5における顔部品抽出装置の構成を示すブロック図である。図14において、32はCCDカメラ10から出力される顔画像の濃度値を補正する画像補正手段としての画像補正回路であり、33は補正された顔画像より二値画像を生成する二値化処理手段としての二値化処

理回路である。二値化処理回路33から出力される二値画像は、画像メモリ20に一時記憶され、鼻孔対候補の抽出や投影データ作成に用いられる。その他は、実施の形態1から4と同様の働きをする。

【0056】図15は、この発明の実施の形態5における顔部品抽出装置の処理を示すフローチャートである。以下、この装置の動作に関して、図15のフローチャートを用いて説明する。まず、S11においてCCDカメラ10で濃淡顔画像を取り込み、S51で、画像補正回路32は、顔画像の濃度値を補正する。補正方法は後に述べる。そして、S52において、二値化処理回路33は、補正後の画像より二値画像を生成し、画像メモリ20に記憶する。これより以下S30までは、実施の形態1から4と同様である。

【0057】次に、S53で、画像補正回路32は、S30で抽出した目および鼻孔の位置に応じて二値画像内に所定領域を設定する。そして、S54において、所定領域内の白画素領域または黒画素領域の大きさ、形状、数、相対位置に応じて濃度値の補正方法を変更する。例えば、濃度ヒストグラムが平坦になるように変更することで画像のコントラストを最適化する。つまり、S51では、この補正方法に基づいて画像の濃度値を補正することになる。以上S11からS54までの処理を、時系列画像に対して繰り返し行う。

【0058】以上のように、この実施の形態5では、実施の形態3の効果に加え、コントラストが最適になるように顔画像の濃度値を補正するため、目候補および鼻孔候補の抽出が容易となる。その結果、信頼性の高い鼻孔対候補だけが抽出されるようになり、さらに誤抽出が少なくなる。なお、この実施の形態5では、二値画像を用いて鼻孔対候補の抽出や投影データを作成しているが、二値画像にこだわるものではなく、濃淡顔画像でもよい。

【0059】実施の形態6. 図16は、この発明の実施の形態6における顔の向き検出装置の構成を示すブロック図である。図16において、32はCCDカメラ10から出力される顔画像の濃度値を補正する画像補正手段としての画像補正回路であり、34は補正された顔画像よりエッジ画像を生成するエッジ検出手段としてのエッジ検出回路である。エッジ検出回路34から出力されるエッジ画像は、画像メモリ20に一時記憶され、鼻孔対候補の抽出や投影データ作成に用いられる。

【0060】また、35は目・鼻孔特定回路28で特定した目および鼻孔対の三次元相対位置より顔の向きを算出する顔の向き算出回路、36は算出した顔の向きの時系列データを基に顔の向きを補正する顔の向き補正回路である。その他は、実施の形態1から5で説明した顔部品抽出装置の回路と同様の働きをする。

【0061】図17は、この発明の実施の形態6における顔の向き検出装置の処理を示すフローチャートであ

10

20

30

40

50

る。以下、この装置の動作に関して、図17のフローチャートを用いて説明する。まず、S11においてCCDカメラ10で濃淡顔画像を取り込み、S61で、画像補正回路32は、顔画像の濃度値を補正する。補正方法は後に述べる。

【0062】そして、S62において、エッジ検出回路34は、補正後の画像よりエッジ画像を生成して画像メモリ20に記憶する。これより以下S30までは、実施の形態1から5と同様である。

【0063】次に、S63で顔の向き算出手段としての顔の向き算出回路35は、S30で特定した目および鼻孔対の三次元相対位置を用いて、CCDカメラ10に対する顔の向きを算出する。ただし、顔の向きは、目および鼻孔対を含む平面の法線方向とする。また、S64では、顔の向きの出力データを滑らかにするため、過去の顔の向きの時系列データを用いて、出力データを平滑化し、顔の向きを補正する。

【0064】続いて、時系列的に次の画像のために、S65で、画像補正回路32は、S30で抽出した目および鼻孔の位置に応じてエッジ画像内に所定領域を設定する。そして、S54において、所定領域内の画素の濃度値の平均値または分散値に応じて濃度値の補正方法を変更する。例えば、濃度ヒストグラムが平坦になるように変更することで画像のコントラストを最適化する。つまり、S61では、この補正方法に基づいて画像の濃度値を補正することになる。以上S11からS66までの処理を、時系列画像に対して繰り返し行う。

【0065】以上のように、この実施の形態6では、実施の形態5と同様に、コントラストが最適になるように顔画像の濃度値を補正するため、目や鼻孔の誤抽出、未抽出が非常に少ない。その結果、顔の向きを精度よく算出することができる。

【0066】なお、この実施の形態6では、目や鼻孔対の三次元相対位置より顔の向きを算出しているが、目や鼻孔対が抽出できなかった場合にも、過去に抽出された位置、および顔の向きの時系列データに基づいて顔の向きを決定してもよい。

【0067】あるいは、抽出できた顔部品だけを用いて、例えば、顔の左右方向だけの2次元的な向きを求めてもよい。これらの場合には、上記効果に加え、常に、顔の向きの検出信号が出力できるという効果がある。

【0068】

【発明の効果】以上のように、請求項1記載の発明によれば、顔を撮影する撮影手段と、この撮影手段から出力される画像信号をもとに顔画像を一時記憶する画像記憶手段と、この画像記憶手段に記憶された顔画像より1対の顔部品を1組または複数組の候補として抽出する第1の特徴抽出手段と、上記候補ごとに、1対の顔部品の位置に応じて画素の投影方法を決め、画素を投影し、投影データを作成する投影手段と、上記候補ごとに、1対の

顔部品の位置と作成した投影データに基づいて他の顔部品を1つまたは複数の候補として抽出する第2の特徴抽出手段と、上記第1および第2の特徴抽出手段で抽出した候補から顔部品を特定する候補特定手段とを備えるように構成したので、顔部品の位置関係や大きさなどの特徴が投影データに反映されやすく、顔部品を安定して抽出することができるという効果がある。

【0069】また、請求項2記載の発明によれば、上記投影手段が、上記第1の特徴抽出手段で抽出した1対の顔部品の中心どうしを結ぶ方向に、画素を投影するように構成したので、顔部品の位置関係や大きさなどの特徴が投影データに反映されやすく、投影データにおいて各顔部品が分離した山となって現れ、顔部品を安定して抽出することができるという効果がある。

【0070】また、請求項3記載の発明によれば、上記投影手段が、上記第1の特徴抽出手段で抽出した1対の顔部品の中心どうしを結ぶ方向に対して垂直方向に、画素を投影するように構成したので、顔部品の位置関係や大きさなどの特徴が投影データに反映されやすく、投影データにおいて各顔部品が分離した山となって現れ、顔部品を安定して抽出することができるという効果がある。

【0071】また、請求項4記載の発明によれば、上記投影手段が、上記第1の特徴抽出手段で抽出した1対の顔部品の位置に応じて顔画像上に所定領域を設定し、所定領域内の画素だけを投影するように構成したので、投影データにおいて周囲の関係のない顔部品や背景などの影響が低減し、顔部品を安定して抽出することができるという効果がある。

【0072】また、請求項5記載の発明によれば、上記第1および第2の特徴抽出手段の抽出結果に基づいて、顔の状態に関する特徴量を算出する顔特徴量算出手段を備え、上記候補特定手段が、上記顔特徴量算出手段の算出結果に応じて、上記顔部品の候補を特定するように構成したので、実際の顔の特徴に基づいた抽出が行え、顔部品の誤抽出や未抽出が少ないという効果がある。

【0073】また、請求項6記載の発明によれば、上記顔特徴量算出手段が、上記第1および第2の特徴抽出手段で抽出した顔部品の候補の組み合わせごとに、顔部品の画像上の絶対位置を用いて、撮影手段に対する顔の向きを算出し、上記候補特定手段が、上記顔の向きの算出結果に応じて、上記顔部品の候補を特定するように構成したので、実際の顔の特徴に基づいた抽出が行え、顔部品の誤抽出や未抽出が少ないという効果がある。

【0074】また、請求項7記載の発明によれば、上記顔特徴量算出手段が、上記第1および第2の特徴抽出手段で抽出した顔部品の候補の組み合わせごとに、顔部品の画像上の絶対位置を用いて、顔部品の撮影手段に対する三次元相対位置を算出し、上記候補特定手段が、上記三次元相対位置の算出結果に応じて、上記顔部品の候補

を特定するように構成したので、実際の顔の特徴に基づいた抽出が行え、顔部品の誤抽出や未抽出が少ないという効果がある。

【0075】また、請求項8記載の発明によれば、上記候補特定手段において、上記第1および第2の特徴抽出手段で抽出した顔部品の候補から顔部品を特定することができなかった場合には、上記候補特定手段が、上記第1および第2の特徴抽出手段に対して、再度顔部品候補を抽出し直すように指示するように構成したので、顔部品の誤抽出や未抽出が少ないという効果がある。

【0076】また、請求項9記載の発明によれば、上記第1の特徴抽出手段は、上記1対の顔部品として2つの鼻孔、2つの目、2つの瞳孔、または2つの眉を抽出するように構成したので、顔部品の位置関係や大きさなどの特徴が投影データに反映されやすく、投影データにおいて各顔部品が分離した山となって現れ、顔部品を安定して抽出することができるという効果がある。

【0077】また、請求項10記載の発明によれば、上記第1の特徴抽出手段は、頭髮、または、顔輪郭に応じて所定領域を設定し、所定領域内より上記1対の顔部品を抽出するように構成したので、周りの関係のない顔部品や背景などの影響が低減し、安定した顔部品の抽出が行えるという効果がある。

【0078】また、請求項11記載の発明によれば、上記顔画像を補正する画像補正手段と、顔画像よりエッジ画像を生成するエッジ検出手段と、を備え、上記第1および第2の特徴抽出手段および投影手段は、補正後の顔画像またはエッジ画像より顔部品の抽出および画素の投影を行うとともに、上記画像補正手段は、上記候補特定手段が過去に特定した顔部品近傍のエッジ画像内に所定領域を設定し、所定領域内の画素の濃度値の平均値または分散値の時系列データに応じて補正方法を変更し、画像を補正するように構成したので、画像のコントラストを最適にすることができ、顔部品の特徴が投影データに反映されやすくなり、安定した顔部品の抽出が行えるという効果がある。

【0079】また、請求項12記載の発明によれば、上記顔画像を補正する画像補正手段と、顔画像より二値画像を生成する二値化処理手段と、を備え、上記第1および第2の特徴抽出手段および投影手段は、補正後の顔画像または二値画像より顔部品の抽出および画素の投影を行うとともに、上記画像補正手段は、上記候補特定手段が過去に特定した顔部品近傍の二値画像内に所定領域を設定し、所定領域内の白画素領域または黒画素領域の大きさ、形状、数、相対位置に応じて、補正方法を変更し、画像を補正するように構成したので、画像のコントラストを最適にすることができ、顔部品の特徴が投影データに反映されやすくなり、安定した顔部品の抽出が行えるという効果がある。

【0080】また、請求項13記載の発明によれば、上

記画像補正手段は、上記撮影手段のゲイン制御により画像を補正するように構成したので、容易に画像のコントラストを最適にすることができ、顔部品の特徴が投影データに反映されやすくなり、安定した顔部品の抽出が行えるという効果がある。

【0081】また、請求項14記載の発明によれば、上記画像補正手段は、上記画像の濃度値を補正するように構成したので、容易に画像のコントラストを最適にすることができ、顔部品の特徴が投影データに反映されやすくなり、安定した顔部品の抽出が行えるという効果がある。

【0082】また、請求項15記載の発明によれば、顔を撮影する撮影手段と、この撮影手段から出力される画像信号をもとに顔画像を一時記憶する画像記憶手段と、この画像記憶手段に記憶された顔画像より1対の顔部品を1組または複数組の候補として抽出する第1の特徴抽出手段と、上記候補ごとに、1対の顔部品の位置に応じて画素の投影方法を決め、画素を投影し、投影データを作成する投影手段と、上記候補ごとに、1対の顔部品の位置と作成した投影データに基づいて他の顔部品を1つまたは複数の候補として抽出する第2の特徴抽出手段と、上記第1および第2の特徴抽出手段で抽出した候補から顔部品を特定する候補特定手段と、上記候補特定手段で特定した顔部品の画像上の絶対位置を用いて、撮影手段に対する顔の向きを算出する顔の向き算出手段と、を備えるように構成したので、顔部品の特徴が投影データに反映されやすく、顔部品を安定して抽出することができ、さらに顔の向きも安定して検出することができるという効果がある。

【0083】また、請求項16記載の発明によれば、上記候補特定手段において顔部品が特定できなかったときには、顔の向き算出手段が、過去に特定された顔部品の位置、および、顔の向きの時系列データに基づいて顔の向きを決定するように構成したので、常に、顔の向きの検出信号が出力できるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1による顔部品抽出装置の構成を示すブロック図である。

【図2】 この発明の実施の形態1による顔部品抽出装置の動作を説明するフローチャートである。

【図3】 この発明の実施の形態1による顔部品抽出装置における投影方法を説明する図である。

【図4】 この発明の実施の形態1による顔部品抽出装置における投影データを示す説明図である。

【図5】 この発明の実施の形態1による顔部品抽出装置における目の抽出方法を説明する図である。

【図6】 この発明の実施の形態2による顔部品抽出装置の構成を示すブロック図である。

【図7】 この発明の実施の形態2による顔部品抽出装置の動作を説明するフローチャートである。

【図8】 この発明の実施の形態2による顔部品抽出装置における三次元位置算出方法を説明する図である。

【図9】 この発明の実施の形態3による顔部品抽出装置の構成を示すブロック図である。

【図10】 この発明の実施の形態3による顔部品抽出装置の動作を説明するフローチャートである。

【図11】 この発明の実施の形態3による顔部品抽出装置における所定領域の設定方法を示す説明図である。

【図12】 この発明の実施の形態4による顔部品抽出装置の構成を示すブロック図である。

【図13】 この発明の実施の形態4による顔部品抽出装置の動作を説明するフローチャートである。

【図14】 この発明の実施の形態5による顔部品抽出装置の構成を示すブロック図である。

【図15】 この発明の実施の形態5による顔部品抽出装置の動作を説明するフローチャートである。

【図16】 この発明の実施の形態6による顔の向き検出装置の構成を示すブロック図である。

【図17】 この発明の実施の形態6による顔の向き検*

* 出装置の動作を説明するフローチャートである。

【図18】 従来の顔部品抽出装置の構成を示すブロック図である。

【図19】 従来の顔部品抽出装置の動作を説明するフローチャートである。

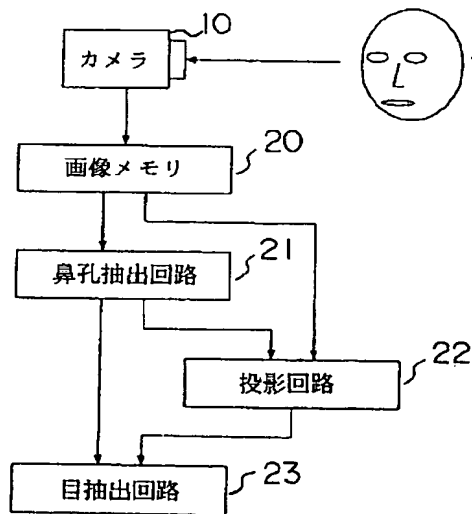
【図20】 従来の顔部品抽出装置における投影データを示す説明図である。

【図21】 従来の顔部品抽出装置における投影データを示す説明図である。

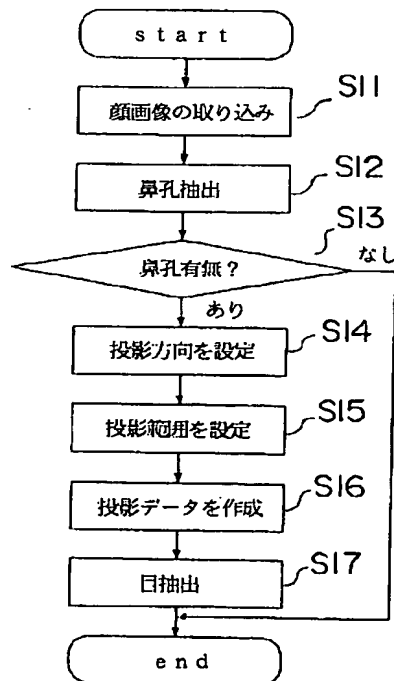
10 【符号の説明】

1 検出対象者の顔、10 CCDカメラ、11 投影回路、12 顔部品抽出回路、20 画像メモリ、21 鼻孔抽出回路、22 投影回路、23 目抽出回路、24 鼻孔候補抽出回路、25 投影回路、26 目候補抽出回路、27 三次元位置算出回路、28 目・鼻孔特定回路、29 顔輪郭抽出回路、30 エッジ検出回路、31 画像補正回路、32 画像補正回路、33 二値化処理回路、34 エッジ検出回路、35 顔の向き算出回路、36 顔の向き補正回路。

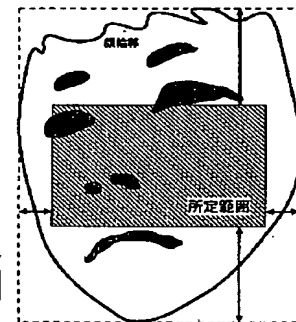
【図1】



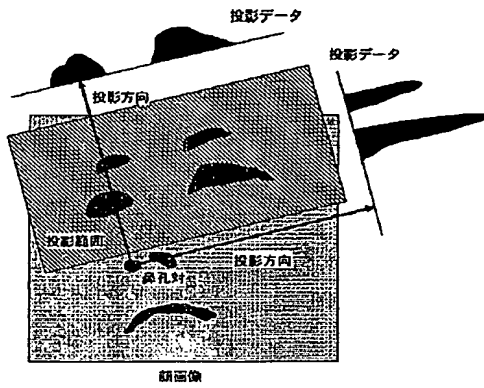
【図2】



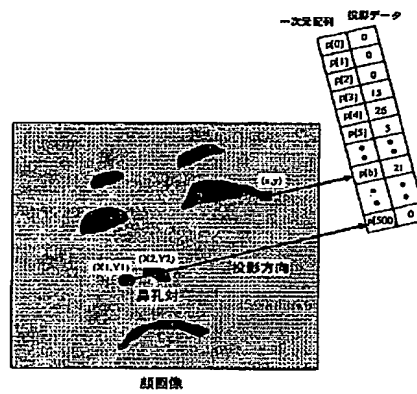
【図11】



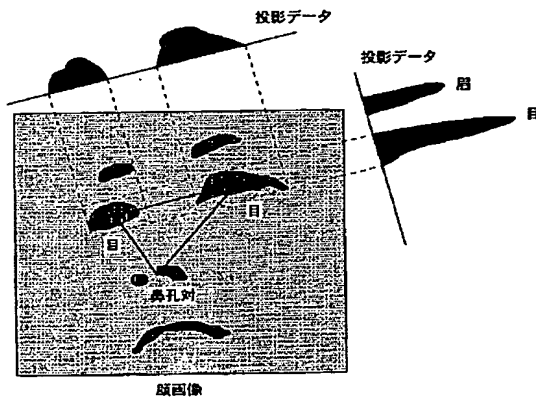
【図3】



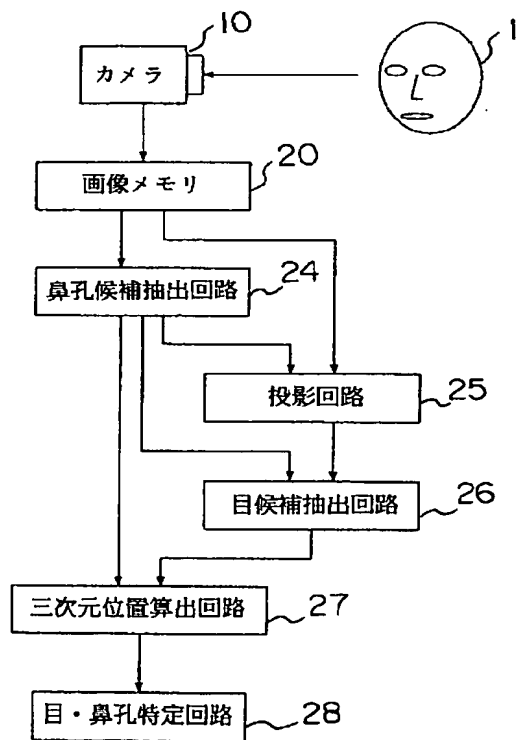
【図4】



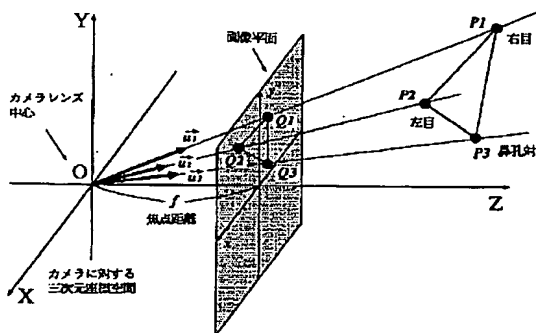
【図5】



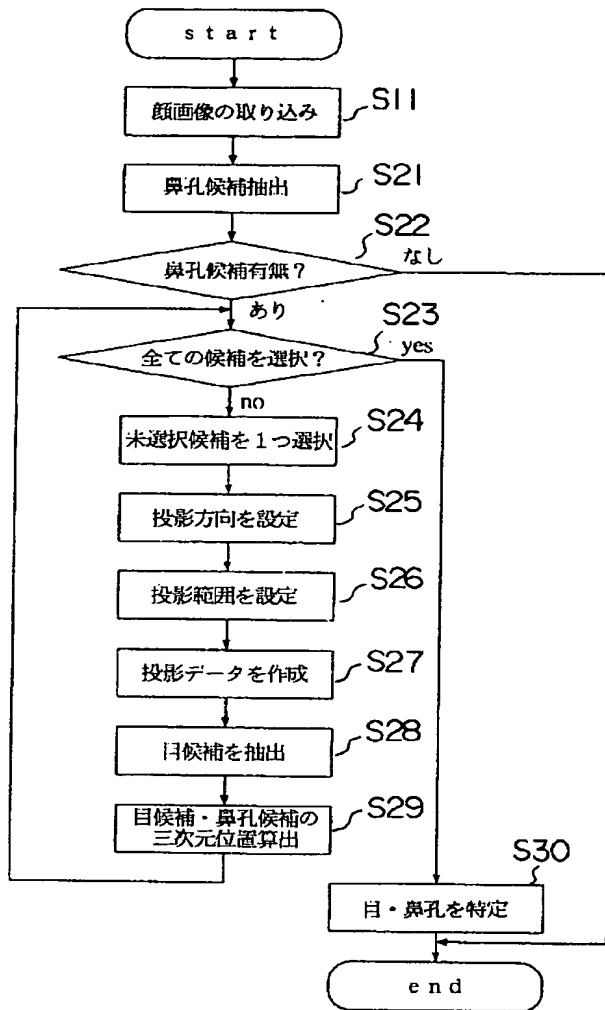
【図6】



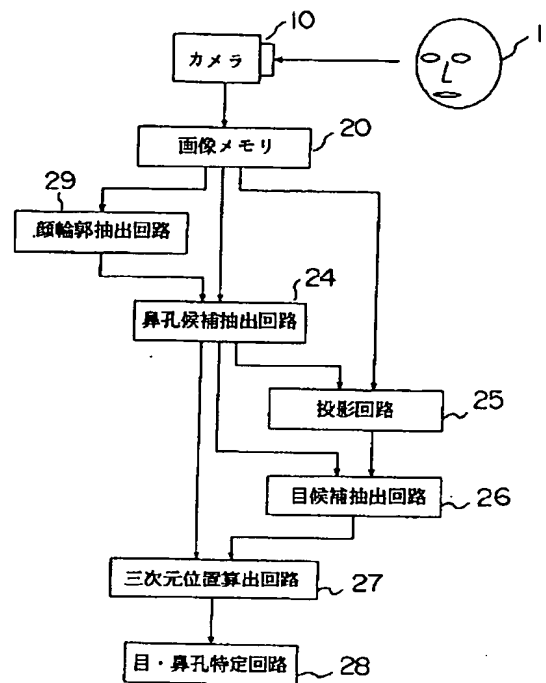
【図8】



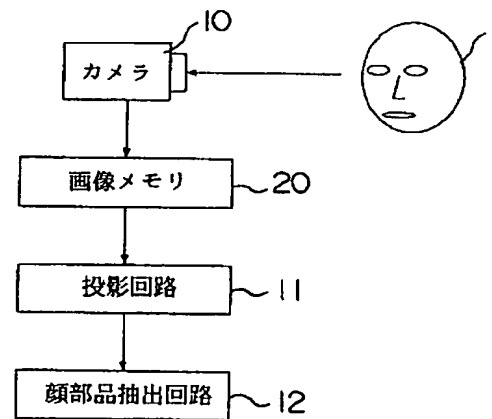
【図7】



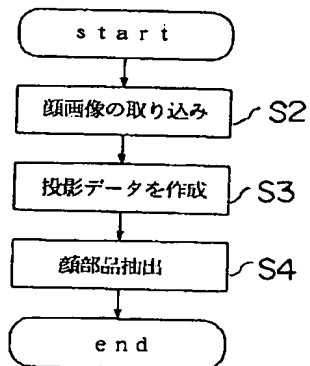
【図9】



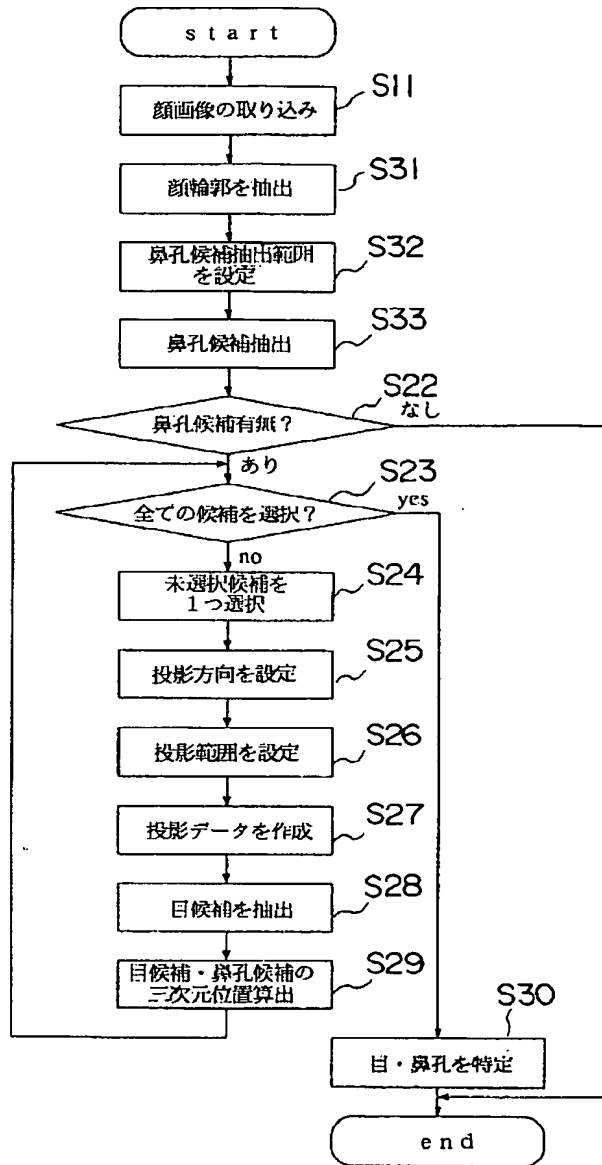
【図18】



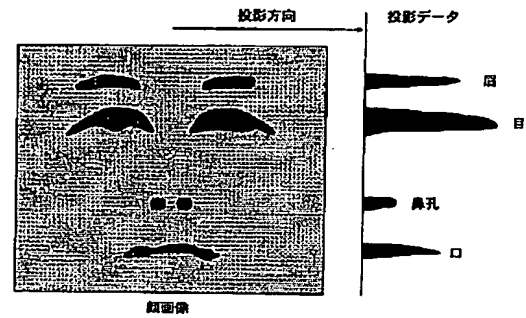
【図19】



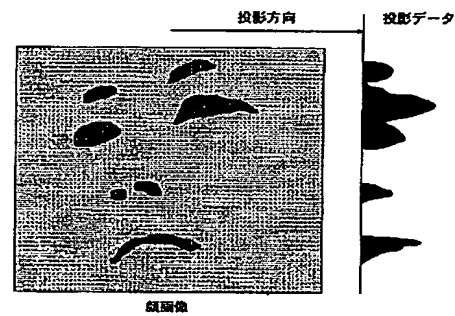
【図10】



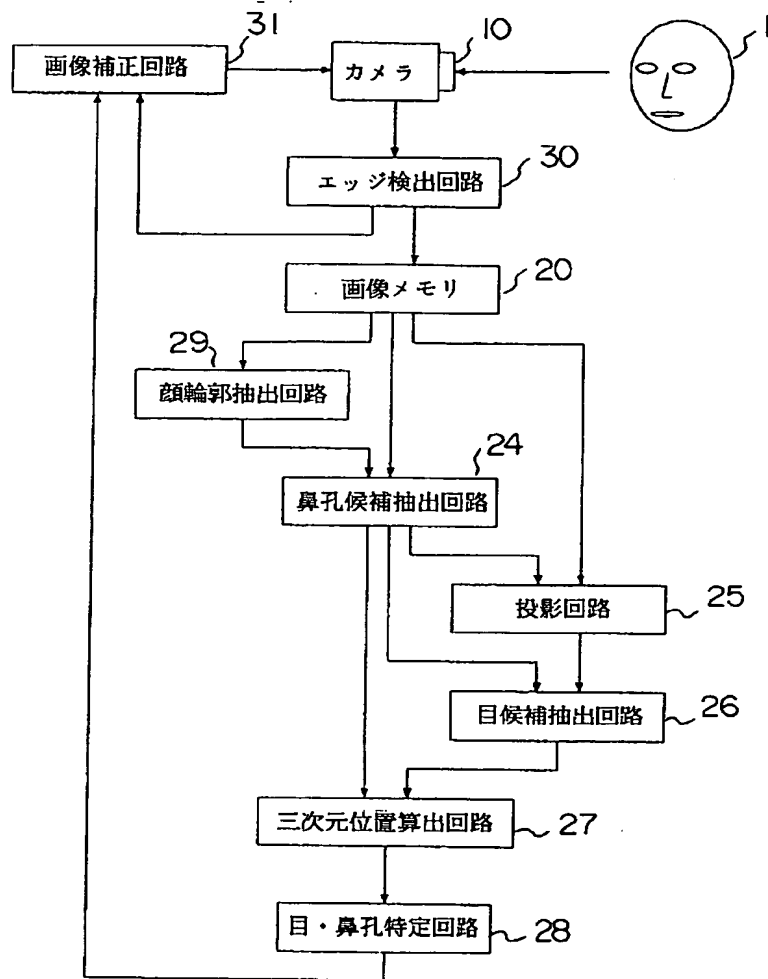
【図20】



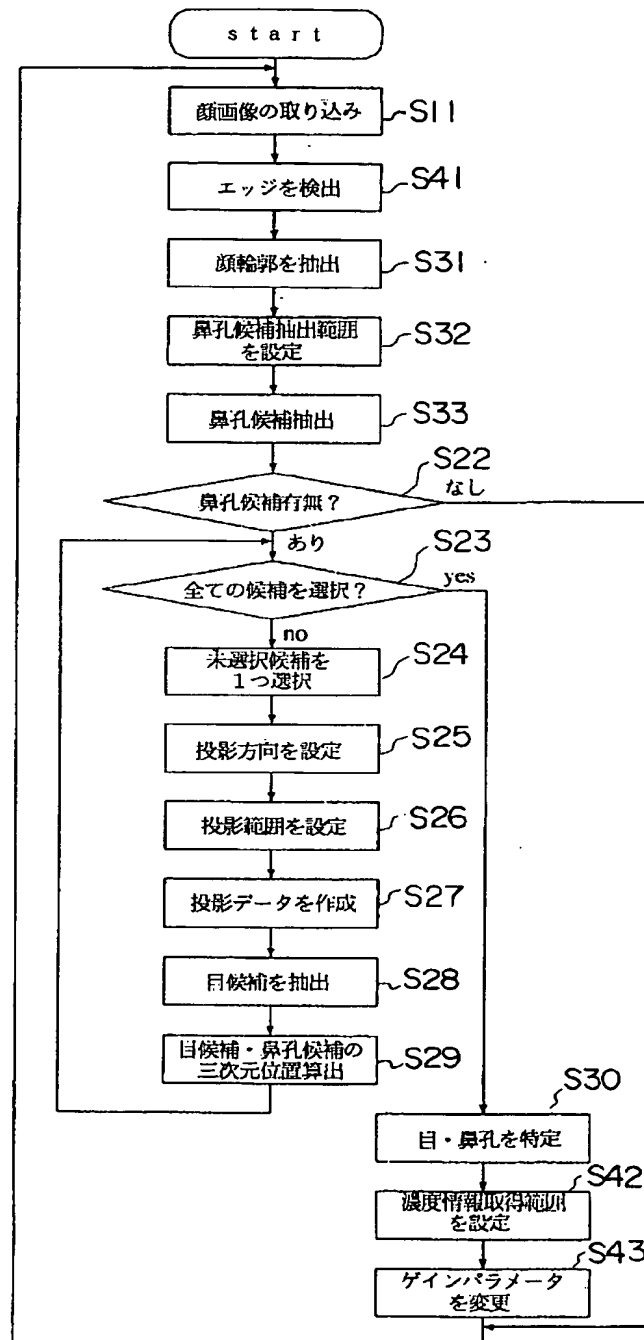
【図21】



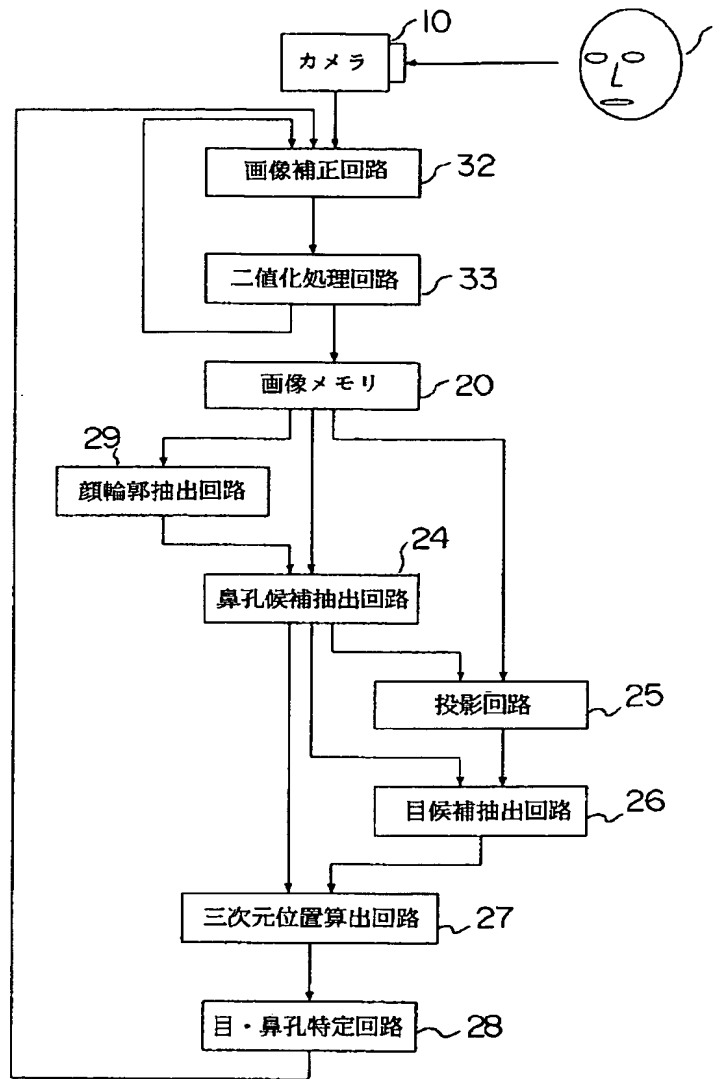
【図12】



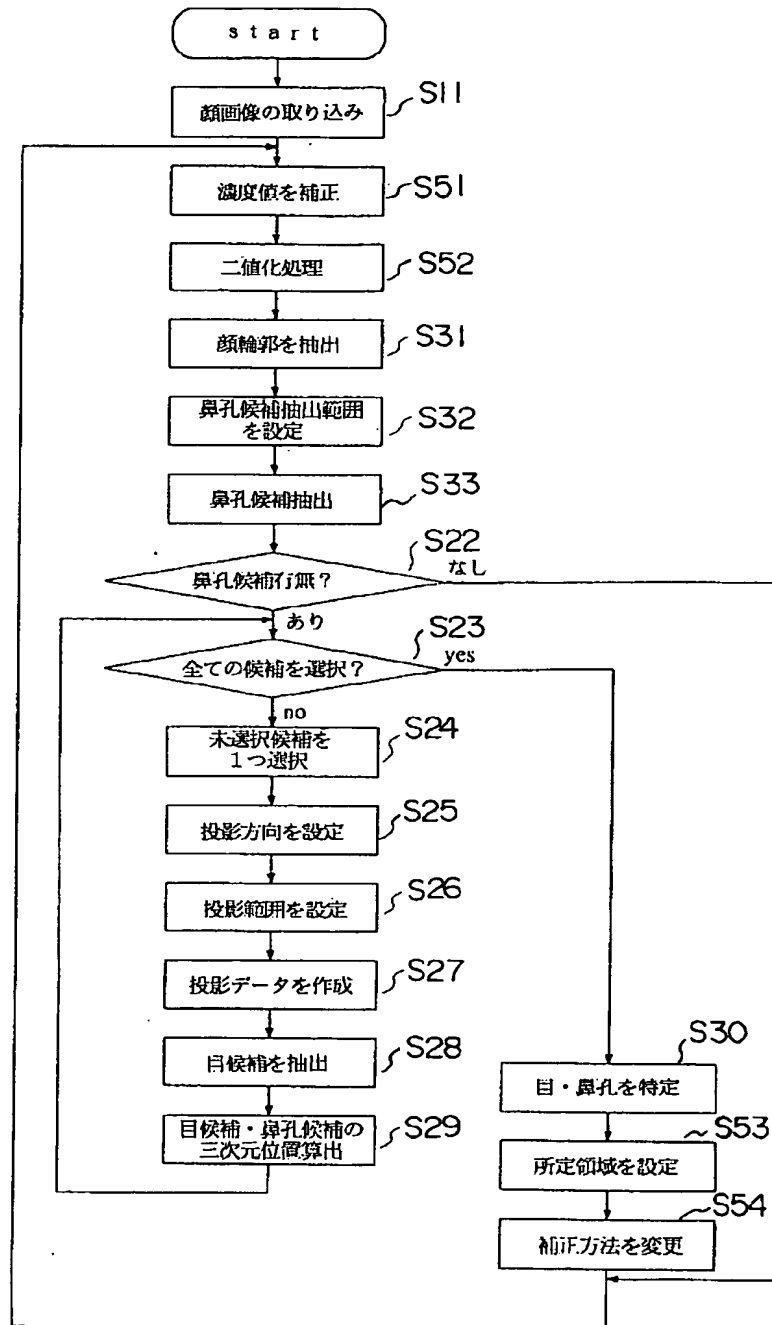
【図13】



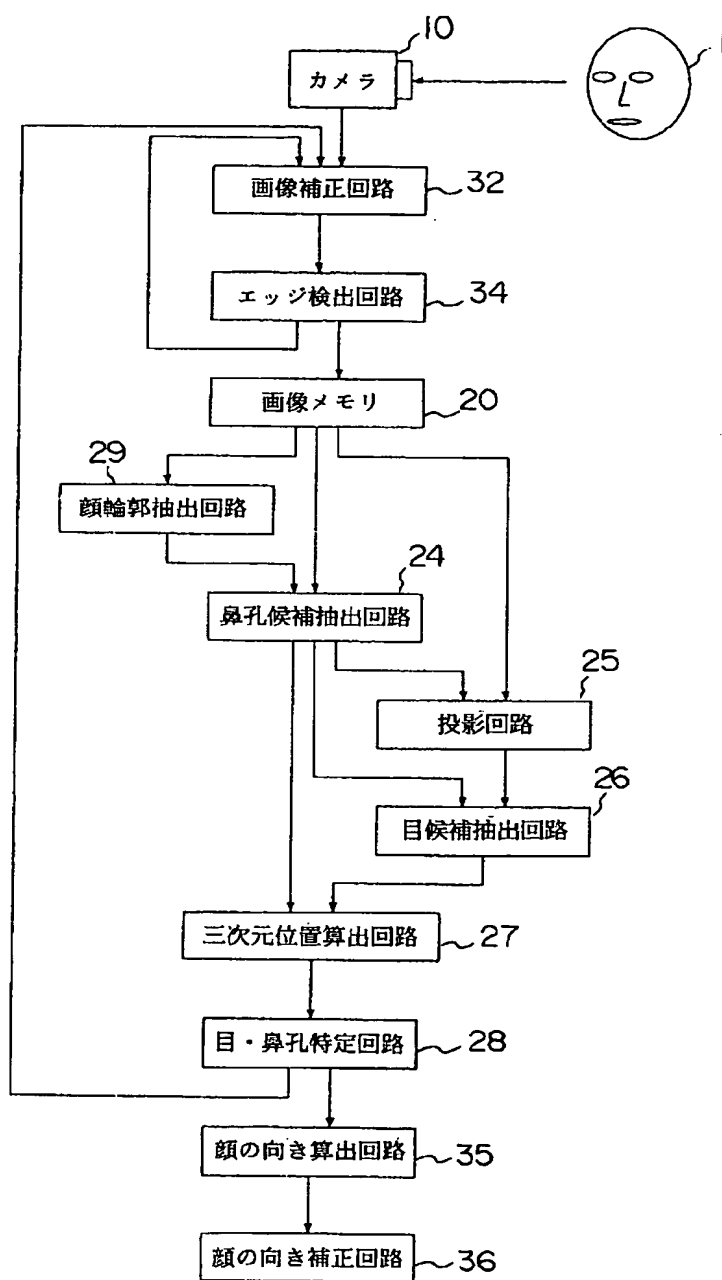
【図14】



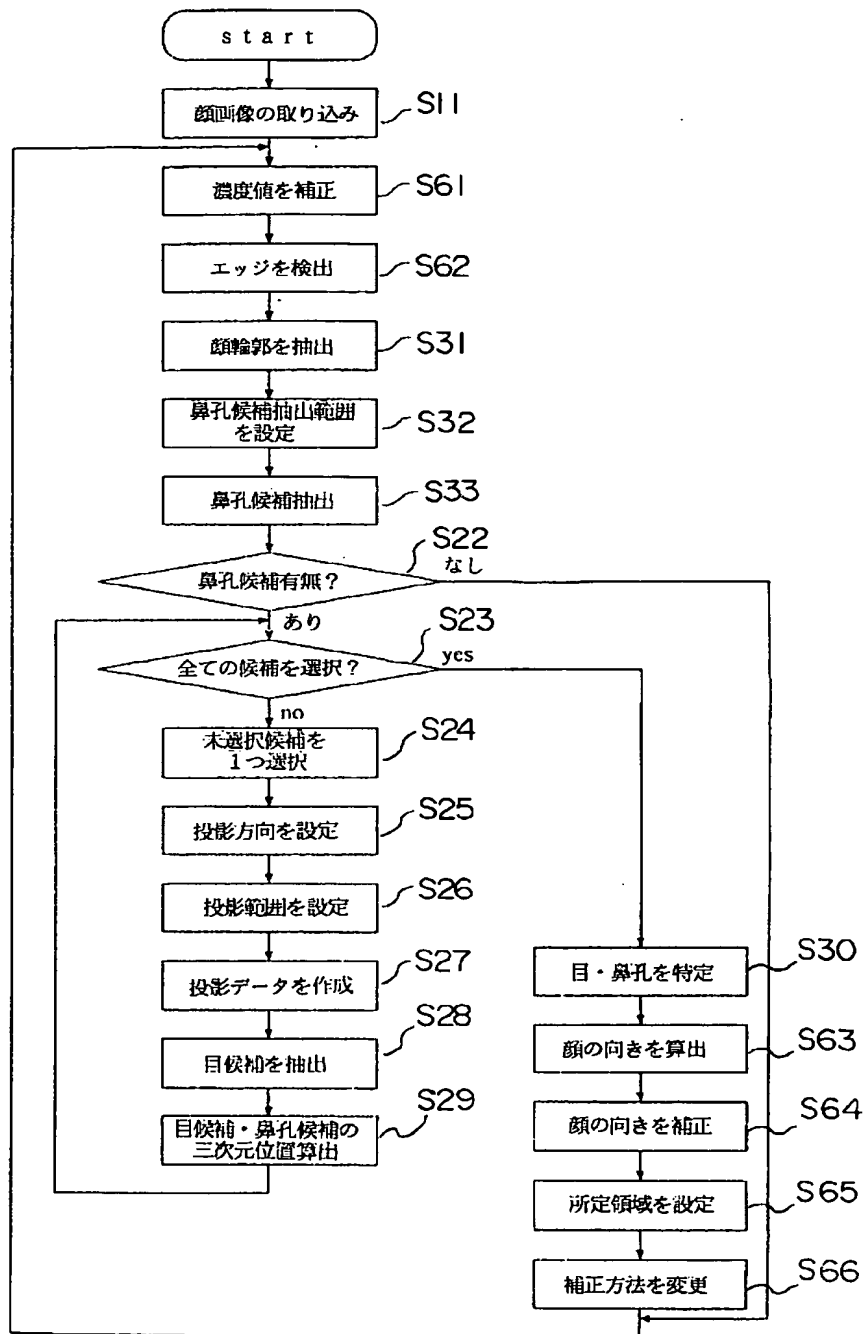
【図15】



【図16】



【図17】



フロントページの続き

(72)発明者 佐竹 敏英
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内